

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-303090  
 (43)Date of publication of application : 14.11.1995

(51)Int.Cl. H04J 4/00  
 H04J 3/16

(21)Application number : 07-124513 (71)Applicant : AT & T CORP  
 (22)Date of filing : 26.04.1995 (72)Inventor : GITLIN RICHARD D  
 HAAS ZYGMUNT  
 KAROL MARK J  
 WOODWORTH CLARK

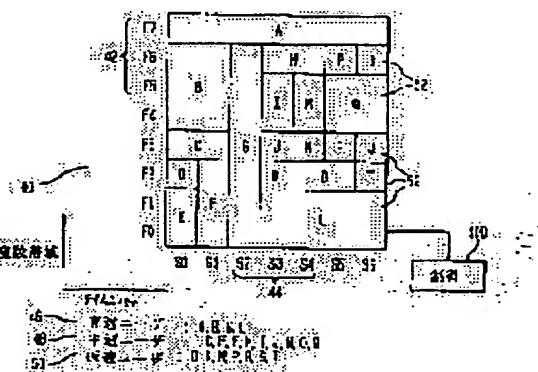
(30)Priority  
 Priority number : 94 234197 Priority date : 28.04.1994 Priority country : US

## (54) SYSTEM AND METHOD FOR OPTIMIZING USE OF SPECTRUM

### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a system and a method for optimizing the usage of a communications transmission media.

CONSTITUTION: In order to generate time-frequency slices to be assigned to various access rates and user's application requirements a transmission medium is sliced into time and frequency regions. By scheduling various speed users in the time and frequency regions, an available spectrum can be efficiently assigned and used. While keeping a cost effective access for low-speed user 50, this method is suitable for a high-speed user 46 requiring the assignment of wide-band width and time slot 44. Corresponding to a signal modulating system, a time-frequency slice can be assigned to non-continuous frequency bands. By slicing an available code space together with a time-code region and frequency-code region or three-dimensional time-frequency-code regions, this method can be applied to code-division multiple accesses as well. In order to optimize the use of the communication medium users can be efficiently scheduled based on code space requirements.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ユーザ用途及びアクセス速度の異なる複数のユーザによる通信伝送媒体のスペクトル使用を最適化するシステムであり、少なくとも 2 つの次元に沿って通信伝送媒体をスライシングする手段と、少なくとも 2 つの次元を前記通信伝送媒体内の複数の単位スライスにスライシングする手段と、前記複数のユーザのうちの一人以上のユーザを前記通信伝送媒体内の前記複数の単位スライスの内の少なくとも一つの単位スライスにスケジューリングする手段とからなることを特徴とするスペクトル使用の最適化システム。

【請求項 2】 少なくとも 2 つの次元は周波数及び時間次元からなる請求項 1 のシステム。

【請求項 3】 少なくとも 2 つの次元は符号及び時間次元からなる請求項 1 のシステム。

【請求項 4】 少なくとも 2 つの次元は符号及び周波数次元からなる請求項 1 のシステム。

【請求項 5】 ユーザ用途及びアクセス速度の異なる複数のユーザによる通信伝送媒体のスペクトル使用を最適化するシステムであり、通信伝送媒体における複数の周波数スライスと、通信伝送媒体における複数の時間スライスと、通信伝送媒体に包含される複数の時間スライス及び複数の周波数スライスの双方に沿って、通信伝送媒体を複数の時間一周波数スライスにスライシングする手段と、前記ユーザのうちの一人以上のユーザを、通信伝送媒体の複数の時間一周波数スライスのうちの少なくとも一つのスライスにスケジューリングする手段とからなることを特徴とするスペクトル使用の最適化システム。

【請求項 6】 時間一周波数スライスは、時間スライス割当てのうちの一つにより測定される周波数スライス割当てのうちの一つからなる請求項 5 のシステム。

【請求項 7】 スケジューリング手段は、ユーザ用途及び前記ユーザのアクセス速度に基づいて、ユーザを前記時間一周波数スライスにスケジュールする請求項 6 のシステム。

【請求項 8】 スケジューリング手段は、前記ユーザのユーザ用途及びアクセス速度に基づいて、ユーザを前記時間一周波数スライスにスケジュールし、前記時間一周波数スライスのうちの少なくとも 2 つは通信伝送媒体内の少なくとも 2 つの周波数スライスにより連続的割当てを形成する請求項 6 のシステム。

【請求項 9】 スケジューリング手段は、前記ユーザのユーザ用途及びアクセス速度に基づいて、ユーザを前記時間一周波数スライスにスケジュールし、前記時間一周波数スライスのうちの少なくとも 2 つは通信伝送媒体内の少なくとも 2 つの時間スライスにより連続的割当てを形成する請求項 6 のシステム。

【請求項 10】 複数のユーザにより伝送される各信号は、通信伝送媒体内の複数の周波数スライスのうちの少なくとも一つの周波数スライスを占有する請求項 6 のシステム。

【請求項 11】 複数のユーザにより伝送される各信号は、通信伝送媒体内の複数の時間スライスのうちの少なくとも一つの時間スライスを占有する請求項 6 のシステム。

【請求項 12】 スケジューリング手段は、2 人以上のユーザを、前記通信伝送媒体内の共通時間スライス割当てを有する 2 つ以上の時間一周波数スライスにスケジュールする請求項 6 のシステム。

【請求項 13】 スケジューリング手段は、1 人以上のユーザを、前記通信伝送媒体内の共通周波数スライス割当てを有する 2 つ以上の時間一周波数スライスにスケジュールする請求項 6 のシステム。

【請求項 14】 ユーザ用途及びアクセス速度の異なる複数のユーザによる通信伝送媒体のスペクトル使用を最適化するシステムであり、

通信伝送媒体における複数の周波数スライスと、通信伝送媒体における複数の時間スライスと、通信伝送媒体を複数の時間一周波数スライスにスライシングする手段と、前記各時間一周波数スライスは、一つの時間スライス割当てにより測定される一つの周波数スライス割当てに少なくとも等しい、通信伝送媒体内のスペースを占有する、

一人以上のユーザを通信伝送媒体内の少なくとも一つの時間一周波数スライスにスケジューリングする手段とからなることを特徴とするスペクトル使用の最適化システム。

【請求項 15】 前記ユーザのうちの少なくとも一人のユーザは、前記通信伝送媒体内の 2 つ以上の周波数スライス割当てにより各伝送信号を変調し、前記ユーザのうちの少なくとも一人のユーザは、前記通信伝送媒体内の 2 つ以上の周波数スライス割当てを越えて延びる 2 つ以上の時間一周波数スライスを占有する請求項 14 のシステム。

【請求項 16】 2 つ以上の時間一周波数スライスは連続的割当てを形成する請求項 15 のシステム。

【請求項 17】 2 つ以上の時間一周波数スライスは連続的割当てを形成しない請求項 15 のシステム。

【請求項 18】 少なくとも一人のユーザにより変調される伝送信号はマルチトーン方式により変調される請求項 15 のシステム。

【請求項 19】 少なくとも一人のユーザはチャネル化セルラ信号を変調し、多重周波数チャネルは前記ユーザに割当てられる請求項 18 のシステム。

【請求項 20】 ユーザ用途及びアクセス速度の異なる複数のユーザによる通信伝送媒体のスペクトル使用を最適化するシステムであり、

通信伝送媒体における複数の周波数スライスと、  
通信伝送媒体における複数の時間スライスと、  
通信伝送媒体を複数の時間一周波数スライスにスライシ  
ングする手段と、前記各時間一周波数スライスは、一つ  
の時間スライス割当てにより測定される少なくとも一つ  
の周波数スライス割当てに等しい、通信伝送媒体内のス  
ペースを占有する、

前記ユーザのうちの少なくとも一人のユーザは、前記通  
信伝送媒体内の2個以上の周波数スライス割当てをカバ  
ーするためにユーザの各信号を変調し、

10

一人以上のユーザを通信伝送媒体内の少なくとも一つの  
時間一周波数スライスにスケジューリングする手段とから  
なることを特徴とするスペクトル使用の最適化シス  
テム。

【請求項21】 少なくとも一人のユーザは、マルチト  
ーン方式で各信号を変調し、前記ユーザにより変調され  
る各トーンは個別の周波数スライスに割当てられる請求  
項20のシステム。

【請求項22】 少なくとも一人のユーザにより変調さ  
れるトーンの個数は前記少なくとも一人のユーザのユー  
ザ用途及びアクセス速度に基づく請求項21のシス  
テム。

【請求項23】 周波数スライス割当ては非連続的である  
請求項21のシステム。

【請求項24】 周波数スライスは連続的である請求項  
21のシステム。

【請求項25】 ユーザ用途及びアクセス速度の異なる  
複数のユーザによる符号分割マルチアクセス(CDM  
A) 伝送媒体のスペクトル使用を最適化するシステムで  
あり、

伝送媒体内に包含される符号スペース量を集合的に示す  
複数の符号スライス割当てと、

伝送媒体内の複数の周波数スライスと、

伝送媒体を複数の符号一周波数スライスにスライシングす  
る手段と、

一人以上のユーザを、伝送媒体内の少なくとも一つの符  
号一周波数スライスにスケジューリングする手段とからな  
り、

前記スケジューリング手段は、伝送媒体内の各ユーザに  
より寄与される干渉レベルに基づいて符号スペース量を  
スケジュールし、スケジューリングは、各符号一周波数  
スライスに関するユーザの人数及びタイプに基づくこと  
を特徴とするスペクトル使用の最適化システム。

【請求項26】 ユーザにより伝送媒体内に伝送される  
信号は、前記伝送媒体内の符号スペース量が割当てられ  
る請求項25のシステム。

【請求項27】 符号スペース量はユーザに割当てられ  
る符号の長さに反比例する請求項26のシステム。

【請求項28】 ユーザ用途及びアクセス速度の異なる  
複数のユーザによる符号分割マルチアクセス(CDM  
A) 伝送媒体のスペクトル使用を最適化するシステムで  
あり、

50

A) 伝送媒体のスペクトル使用を最適化するシステムで  
あり、

伝送媒体内に包含される符号スペース量を集合的に示す  
複数の符号スライス割当てと、

伝送媒体内の複数の時間スライスと、

伝送媒体を複数の符号一時間スライスにスライシングす  
る手段と、

一人以上のユーザを、伝送媒体内の少なくとも一つの符  
号一時間スライスにスケジューリングする手段とからな  
り、

前記スケジューリング手段は、伝送媒体内の各ユーザに  
より寄与される干渉レベルに基づいて符号スペース量を  
スケジュールし、スケジューリングは、各符号一時間ス  
ライスに関するユーザの人数及びタイプに基づくこと  
を特徴とするスペクトル使用の最適化システム。

【請求項29】 伝送媒体内のユーザにより伝送される  
信号は、前記伝送媒体内の符号スペース量が割当てられ  
る請求項28のシステム。

【請求項30】 符号スペース量はユーザに割当てられ  
る符号の長さに反比例する請求項29のシステム。

【請求項31】 ユーザ用途及びアクセス速度の異なる  
複数のユーザによる符号分割マルチアクセス(CDM  
A) 伝送媒体のスペクトル使用を最適化するシステムで  
あり、

伝送媒体内に包含される符号スペース量を示す複数の符  
号スライス割当てと、

伝送媒体内の複数の時間スライスと、

伝送媒体を複数の符号一時間スライスにスライシングす  
る手段と、

前記伝送媒体内に包含される一群の個別符号と、  
或る長さを有する個別符号を前記伝送媒体のユーザに割  
当てる手段と、前記個別符号の長さは前記ユーザにより  
占有されるべき符号スペースの量に反比例する、  
一人以上のユーザを、伝送媒体内の少なくとも一つの符  
号一時間スライスにスケジューリングする手段とからな  
り、

前記スケジューリング手段は、伝送媒体内のユーザの符  
号スペース要件に基づき、個別長さの符号を前記ユーザ  
に割当ることを特徴とするスペクトル使用の最適化シ  
ステム。

【請求項32】 個別符号のうちの少なくとも一つの符  
号は、伝送媒体内の少なくとも一つの個別符号の一時的  
占有に基づいて、ユーザに再割当てされる請求項31の  
システム。

【請求項33】 ユーザ用途及びアクセス速度の異なる  
複数のユーザによる符号分割マルチアクセス(CDM  
A) 伝送媒体のスペクトル使用を最適化するシステムで  
あり、

伝送媒体内に包含される符号スペース量を示す複数の符  
号スライス割当てと、

伝送媒体内の複数の時間スライスと、  
伝送媒体内の複数の周波数スライスと、  
伝送媒体を複数の符号一時間一周波数スライスにスライシングする手段と、  
一人以上のユーザを、伝送媒体内の少なくとも一つの符号一時間一周波数スライスにスケジューリングする手段とからなり。  
前記スケジューリング手段は、符号スペース量を伝送媒体内の各ユーザにスケジュールすることを特徴とするスペクトル使用の最適化システム。

【請求項34】 スケジューリング手段は、前記ユーザのユーザ用途及びアクセス速度に基づいて、ユーザを前記符号一時間一周波数スライスに割当てる請求項33のシステム。

【請求項35】 異なるユーザ用途及びアクセス速度の複数のユーザによる通信伝送媒体のスペクトル使用を最適化する方法であり、  
伝送媒体を複数の周波数スライスに分割するステップと、

伝送媒体を複数の時間スライスに分割するステップと、  
伝送媒体を複数の時間一周波数スライスにスライシングするステップと、各時間一周波数スライスは一つの時間スライスを越えて延びる一つの周波数スライスに少なくとも等しいスペースを占有する、  
通信伝送媒体内に包含されるスペースの占有を最適化するために、一人以上のユーザを、伝送媒体内の時間一周波数スライスの少なくとも一つにスケジューリングするステップとからなることを特徴とするスペクトル使用の最適化方法。

【請求項36】 スケジューリングステップは、高度な伝送及びアクセス速度を有するユーザに2個以上の単位スライスをスケジューリングするステップを更に有する請求項35の方法。

【請求項37】 2個以上の時間一周波数スライスをスケジューリングするステップは、連続的周波数割当てを有する2個以上の時間一周波数スライスをスケジューリングするステップを含む請求項36の方法。

【請求項38】 ユーザにより発信される信号を、通信伝送媒体内の2個以上の周波数スライスを介して変調するステップを更に有する請求項35の方法。

【請求項39】 スケジューリングステップは、非連続的周波数スライス割当てを有する2個以上の時間一周波数スライスをスケジューリングするステップからなる請求項38の方法。

【請求項40】 異なるユーザ用途及びアクセス速度の複数のユーザによるCDMA通信伝送媒体のスペクトル使用を最適化する方法であり、  
伝送媒体内に包含される符号スペース量を集合的に示す複数の符号スライス割当てに伝送媒体をスライシングするステップと、

伝送媒体を複数の時間スライス割当てにスライシングするステップと、  
伝送媒体を複数の符号一時間スライスにスライシングするステップと、各符号一時間スライスは、一つの時間スライス割当てを越えて延びる一つの符号スライス割当てに少なくとも等しいスペースを占有する、

通信伝送媒体内に包含される符号スペースの占有を最適化するために、各ユーザにより必要とされる符号スペースの量に応じて、一人以上の前記ユーザを伝送媒体内の少なくとも一つの符号一時間スライスにスケジューリングするステップとからなることを特徴とするスペクトル使用の最適化方法。

【請求項41】 異なるユーザ用途及びアクセス速度の複数のユーザによるCDMA通信伝送媒体のスペクトル使用を最適化する方法であり、  
伝送媒体内に包含される符号スペース量を集合的に示す複数の符号スライス割当てに伝送媒体をスライシングするステップと、

伝送媒体を複数の周波数スライス割当てにスライシングするステップと、  
伝送媒体を複数の符号一周波数スライスにスライシングするステップと、各符号一周波数スライスは、一つの時間スライス割当てを越えて延びる一つの符号スライス割当てに少なくとも等しいスペースを占有する、

通信伝送媒体内に包含される符号スペースの占有を最適化するために、各ユーザにより必要とされる符号スペースの量に応じて、一人以上の前記ユーザを伝送媒体内の少なくとも一つの符号一周波数スライスにスケジューリングするステップとからなることを特徴とするスペクトル使用の最適化方法。

【請求項42】 異なるユーザ用途及びアクセス速度の複数のユーザによるCDMA通信伝送媒体のスペクトル使用を最適化する方法であり、  
伝送媒体内に包含される符号スペース量を集合的に示す複数の符号スライス割当てに伝送媒体をスライシングするステップと、

伝送媒体を複数の時間スライス割当てにスライシングするステップと、  
伝送媒体を複数の符号一時間スライスにスライシングするステップと、各符号一時間スライスは、一つの時間スライス割当てを越えて延びる一つの符号スライス割当てに少なくとも等しいスペースを占有する、

伝送媒体内に包含される一群の個別符号から符号を個別ユーザに割当てるステップと、前記個別符号の長さは前記ユーザにより媒体内で占有されるべき符号スペースの量に反比例する、  
一人以上の前記ユーザを伝送媒体内の少なくとも一つの符号一時間スライスにスケジューリングするステップとからなり、  
スケジューリング手段は、通信伝送媒体内に包含される

符号スペースの占有を最適化するために、個別長さの符号を、ユーザの符号スペース要件に基づいてユーザに割当ることからなることを特徴とするスペクトル使用の最適化方法。

【請求項43】異なるユーザ用途及びアクセス速度の複数のユーザによるCDMA通信伝送媒体のスペクトル使用を最適化する方法であり、

伝送媒体内に包含される符号スペース量を示す複数の符号スライス割当てに伝送媒体をスライシングするステップと、  
10

伝送媒体を、伝送媒体内の複数の時間スライスにスライシングするステップと、

伝送媒体を、伝送媒体内の複数の周波数スライスにスライシングするステップと、

伝送媒体を、複数の符号一時間一周波数スライスにスライシングするステップと、

通信伝送媒体内に包含される符号スペースの占有を最適化するために、各ユーザにより必要とされる符号スペースの量に応じて、一人以上の前記ユーザを伝送媒体内の少なくとも一つの符号一時間一周波数スライスにスケジューリングするステップとからなることを特徴とするスペクトル使用の最適化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は通信伝送媒体の使用量を最大にするシステム及び方法に関する。更に詳細には、本発明は、異なるアクセス速度のユーザのために媒体への最適アクセスを保持しながら、かつ、スペクトル消費及び帯域幅効率を最大にしつつ、通信伝送媒体の使用量を最大にするシステム及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ワイヤレス通信、衛星通信、個人通信及びセルラ通信システムなどのような現在の多数の通信システムは一般的に、特定の共通要件を示す。例えば、これらシステムの柔軟性を最大にするために、これらの通信システムは一般的に、異なる用途をサポートするために様々なアクセス速度が必要である。経済的に実行可能であるために、このシステムは低速ユーザに概して安価なアクセスも提供しなければならない。最後に、このシステムは、特定の通信伝送媒体の使用量を最大にするために、高度なスペクトル効率に努力する。

【0003】要求に応じて個々のユーザに通信リソースを割り当てるために、特定のデータ伝送アーキテクチャが通信システムで開発されている。一般的に、これらのアーキテクチャは、様々なユーザが完全共用通信システムにおけるリソースを使用可能するように構成されなければならない。従って、様々なアーキテクチャは一般的に、“マルチアクセス”アーキテクチャと呼ばれる。

【0004】図1を参照する。通信伝送媒体の使用量を

最大にするマルチアクセスアーキテクチャは一般的に、時分割マルチアクセス（TDMA）と呼ばれる。TDMAでは、各搬送周波数1は複数の個別タイムスロット4を有する1個以上のタイムフレーム2で共用される。各タイムスロット4は独立回路としてユーザに割り当てられる。情報は、タイムスロットの割り当て又は特定中に、ショートバーストでユーザにより伝送される。

【0005】この場合、ユーザは、彼らの情報伝送要件に応じて、タイムスロット4へのアクセスを予定される。しかし、純粹なTDMAアーキテクチャでは、高速及び低速の両方のユーザとも共通の通信帯域幅を共用する。例えば、高速ユーザにフレーム毎に多数のタイムスロットを割り当てるにより共用する。このアーキテクチャの欠点は、低速ユーザについてさえも、高速アクセス（高速データバースト）が必要とされることである。これにより、これら低速ユーザにより使用されるシステムのコスト及び複雑さが増大する。

【0006】通信伝送媒体を構成する第2のマルチアクセス方法は、周波数分割マルチアクセス（FDMA）と呼ばれる。FDMA方法を図2に示す。TDMAと異なり、FDMA方法は時間に無関係である。FDMAでは、多数の個別化された狭周波数帯域チャネル12周波数ドメイン（スペクトル）10の全域で使用される。FDMAでは、チャネルの全域にわたって個別化タイムスロットに分けするよりもむしろ、チャネル12毎に一つの回路14が割り当てられ、一般的に、ユーザは周波数スペクトル10における任意の周波数12にアクセスできる。

【0007】純粹のFDMAアーキテクチャの欠点は、特定のユーザが極く短時間の間だけ大きなビック帯域幅を望む場合でさえも、個々のユーザが利用できる最大帯域幅がしばしば限定されることである。一層大きな帯域幅にアクセスするためには、ユーザはしばしば、同時に数個の周波数へのアクセスが可能な複数の送信機を使用しなければならない。これは、これらのユーザにより使用されるシステムのコストを増大させる。

【0008】更に、ユーザが周波数12を占有する時間に拘わらず、単一のユーザしか所定の周波数を占有することができないので、周波数スペクトル10は完全には使用できない。

【0009】前記の様々な通信システムにおける異なる通信要件を有するユーザをサポートする試みが行われた。例えば、任意アクセス速度のユーザをサポートするため、また、低速ユーザの安価なアクセスを維持するために、“汎用タイムスロット”方法が、R.A.Thompson, J.J.Horenkamp及びG.D.Berglundにより提案された。(Photonic Switching of Universal Time Slot, XIII. International Switching Symposium Proceedings, Section C2 Paper 4, Stockholm, May 1990)。この汎用タイムスロット方法を図3に示す。

【0010】汎用タイムスロット方法では、リアルタイム20における各伝送フレーム22は、セット持続時間（例えば、ナノ秒）の複数の個別タイムスロット24に分割される。このタイムスロット24は、異なる媒体帯域幅を用いて、所定数の音声ビット（nビット）又は画像ビット（mビット）を伝送できる。いわゆる“データ透明性”は各タイムスロットで生成される。各タイムスロットにおける信号は一般的に、非同期で生成され、受信される。

【0011】通信システムの使用を最大にする別の試みは、Zygmunt Hass及びRichard D. Gitlinにより提案されている。この試みは“フィールド符号化”を使用する。（Optical Distribution Channel: An Almost-All Optical LAN Based On The Field Coding Technique, Journal of High-Speed Networks 1 (1992), pp. 193-214）一般的に、光伝送に使用される“フィールド符号化”は、ピークデータ伝送速度で動作させるために、光交換ノードを必要とする高コストな悪条件を有する。

【0012】フィールド符号化は、ヘッダ（26）のビット伝送速度と光パケット（図4参照）のデータフィールド（27）のビット伝送速度との相違を利用することにより、スイッチング速度と伝送速度を分離する。保護バンド28は個々のユーザ伝送を分離するために使用される。交換ノードはスイッチング動作だけを行い、パケットのデータ部分を処理する必要がないので、交換ノードは低ヘッダ速度で動作することができ、これにより高速データフィールドは交換ノードを透過的に通過できる。

【0013】前記の提案された2つの方法とも、ユーザは、ユーザに割当てられたタイムスロット中にユーザ自身の所望の伝送速度で伝送させることができる。しかし、帯域幅が広大な光媒体には適当であっても、これらの技術は実際、スペクトル的には非効率である。前記の通信システム（例えば、無線）の場合、使用可能な通信伝送媒体は非常に限定され、しかも、大抵高コストである。一般的に、様々な通信システムのユーザによるアクセスに使用可能な帯域幅は極僅かしか存在しない。

#### 【0014】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の目的は伝送媒体の効率的使用を可能にする新規なシステムを提供することである。

#### 【0015】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため、本発明は、通信伝送媒体の完全使用状況を最大にするシステム及び方法を提供する。本発明のシステム及び方法によれば、伝送媒体は、周波数、時間及び符号領域に区分けできる。また、最適スケジューリングにより、スペクトル効率を最適化するために、全周波数一時間一符号領域内のユーザパッキングを最大にすることができる。本発明のシステム及び方法は、低アクセス速度要件

を有するユーザのための安価なアクセスも保存する。

【0016】“時間一周波数”領域に区分けされた伝送リソースは、ユーザの様々な伝送要件に応じてユーザに割当てられた複数の時間一周波数“スライス”に分割される。高速ユーザの場合、変調及び伝送アーキテクチャ（例えば、高伝送速度ユーザ用の单一送信機）の設計を最適化するために、周波数スロットは通常、連続的に割当てられる。周波数接要素を軽減させることができる場合、高速ユーザは2個以上の非連続時間一周波数スライスを割当て、スペクトル効率を更に最大化することができる。

【0017】本発明のシステム及び方法によれば、符号空間の最適パッキングを説明するために、時間一周波数スライス法は符号分割多重アクセス（CDMA）によるデータ伝送にも適用できる。使用可能な符号空間の使用を最適化するために、CDMA伝送スペクトルを、符号一時間領域、符号一周波数領域又は3次元法における符号一時間一周波数領域に区分けすることができる。

【0018】本発明のシステム及び方法は、広範囲なアクセス速度に適応する能力、低速ユーザのための低コスト終点の設備及び各ユーザ毎の单一送信機／受信機対だけしか必要ないことに加えて、例えば、汎用タイムスロット法よりも優れたスペクトル使用をもたらす。

#### 【0019】

【実施例】以下、図面を参照しながら本発明を具体的に説明する。

【0020】図5は、本発明による時間一周波数スライス法を例証する構成図である。図示されているように、全体的な時間一周波数スペクトル（又は媒体）40は、複数の個別タイムスロット（“スライス”）44（S0, S1, ..., SN）にわたって延びる複数の周波数帯域（“スライス”）42（F0, F1, ..., FN）として、時間及び周波数領域の両方に区分けすることができる。スペクトルのユーザは次の3種類の包括グループに類別することができる。

【0020】高速ユーザ46（A, B, G, L）、中速ユーザ48（C, E, F, H, I, J, M, O, Q）及び低速ユーザ50（D, K, N, P, R, S, T）。図5に示されるように、複数の時間一周波数“スライス”52は全体的時間一周波数スペクトル40に格子化される。

【0021】本発明のシステム及び方法によれば、ユーザ46, 48, 50により伝送された各種信号の全てが少なくとも一つの周波数帯域42を占有するものと仮定される。更に、一般的に、高速ユーザ46により使用される装置の性質により、高速ユーザ46は、一つ以上の周波数帯域42をカバーするために、信号を変調することができる。従って、図示されているように、全体的媒体はスライスすることができ、これにより低速ユーザ50はフレーム内の使用可能なタイムスロット44のうち

の一つ以上のスロットを満たすことができ、一方、高速ユーザは使用可能な周波数帯域42又はタイムスロット44のうちの一つ以上を満たすことができる。

【0022】一つのタイムスロット割当てについて一つの周波数帯域割当てであると見做される“スライス”的“単位”は、ユーザが利用できる最小量の通信リソースである。他の伝送技術（例えば、図3の汎用タイムスロット法）と異なり、所定のユーザに割当てられる、連続的周波数帯域42間又はタイムスロット44間もしくは双方との間で保護バンド“28”は不要である。従って、媒体の完全使用が最適化される（言うまでもなく、保護バンド28は異なるユーザを分離するために必要である）。

【0023】单一のユーザが連続的割当てを占有する場合、連続的周波数帯域42及び／又は連続的タイムスロット44割当てが実現される。なぜなら、同じユーザが保護バンド28により通常占有される空間を使用するからである。単位スライスの具体例は図5に示されている。図5では、時間一周波数スライスは例えば、様々な低速ユーザ（すなわち、ユーザD, K, Nなど）により占有される。

【0024】従って、ユーザは各送信機（図示されていない）を使用することにより、様々なユーザ46, 48, 50は、媒体40内のユーザを最適スケジューリングすることにより使用可能な時間一周波数媒体40の使用を効率的にするために、タイムスロット44毎に、信号を一つ以上の使用可能な周波数帯域42に変調できる。全体的媒体内の様々な速度のユーザ46, 48, 50の実際の位置決め（スケジューリング）は、個々のユーザの要望、低速／中速／高速ユーザの相対的人数などのような要因に基づいて決定できる。

【0025】伝送媒体40をスライスし、媒体内のユーザ46, 48, 50の位置決めを実現する一つの方法は、中央制御100を配設することである。中央制御100は、周波数帯域割当て42及びタイムスロット44に従って、媒体40内の空間の使用可能性の状態を包含するルックアップテーブルを維持するか、さもなければキープする。その後、中央制御100は、ユーザにより要求された媒体40の量及び／又はユーザに既に割当てられた媒体40の量のような要因に基づいて、個々のユーザ46, 48, 50へ、特定の時間一周波数スライス52の割当てを与える。

【0026】従って、個々のユーザは、適当な信号構成及び／又は変調により被割当時間一周波数スライス52内に整列される。媒体40の使用可能性に基づいて、中央制御100は、特定の時間一周波数スライス52を所定のユーザに割当てることができ、これにより、全体的媒体40の完全使用を最適化するためにユーザ46, 48, 50により為される“将来”要求を予想することができる。制御100は例えば、通常、個々のサービス提

供者により維持されるような、蓋然性研究、履歴的又は計画的負荷要件などの使用により、このような要件を予想することができる。

【0027】媒体40の使用スペクトルをもたらす別の方法は、使用可能な時間一周波数スライス52へユーザ46, 48, 50をランダムに割当てることによる。本発明のシステム及び方法によりスライシング及びスケジューリングを行う別の方法は、当業者に容易に想像されるか又はさもなければ結論付けることができる。

【0028】スケジューリングにより、時間一周波数スペクトル40は汎用タイムスロット法により可能な方法よりも一層効率的な方法で満たすことができる。純粋なTDMA法とは異なり、共通の帯域幅は不要である。そのため、本発明のシステム及び方法は低速ユーザ50について費用対効果に優れたエントリポイントをスケジュールすることができる。

【0029】すなわち、TDMAと異なり、ユーザは、ユーザ自身のアクセス速度で動作することができ、更に、全体的時間一周波数領域40を異なるアクセス速度で動作するユーザと共用することもできる。図5に示されるように、幾つかの低速ユーザ50は、同じデザインのタイムスロット44内の異なる周波数42へ伝送するようにスケジュールすることができる。例えば、低速ユーザS, J, 及びTは同じタイムスロット56を占有する。その後、特定の他のタイムスロット44中、少数の高速ユーザ46をスケジューリングし、伝送することができる。

【0030】更に、純粋なFDMA法と異なり、所定の帯域幅42は、多数のユーザ（例えば、帯域F56に関するユーザG, B, H, P, S）により占有できる。従って、本発明のシステム及び方法は、時間一周波数スペクトル40を効率的にパッキングし、領域全体の使用を効率的に行う際の大幅な柔軟性を与える。

【0031】しばしば、高速ユーザ46には連続周波数42を割当ることが好ましい。このような連続割当ては、所定のユーザに割当てられた周波数間の保護バンドの必要性を排除する。しかし、変調方式に応じて、特定の隣接要件は緩和させることができる。例えば、“マルチトーン”方式に従って信号を変調するユーザは、データを伝送するために、連続周波数割当てが不要である。トーンはマルチビット記号を示す。

【0032】各トーンは或る周波数帯域の帯域幅に対応する速度でトグルする。従って、マルチトーン伝送の場合、2つのビットを、バイナリチャネルにおける2つの記号の代わりに、2トーン変調を用いて一つの4-関連記号として伝送することができる。

【0033】図6は、本発明の時間一周波数スライス法の変法を示す構成図であり、この方法は非連続周波数構成を使用する。例えば、マルチトーン変調で動作する高速ユーザ46は非連続周波数構成から利益をうけること

ができる。特定の高速ユーザ（図6では、符号54で示されている）は、図5で示されたものと同じユーザBをマルチトーン変調無しに使用することもできる单一の連続割当てF4-F6ではなくむしろ、帯域幅内で2つの非連続周波数割当て（“スライス”）F0及びF5-F6が割当てられる。ユーザ（ここでは、B）により変調される各トーンの各々は連続的割当ての必要無しに、各周波数割当てを占有できる。

【0034】マルチトーン法は、何人かのユーザに一層広い帯域幅を提供するために、例えば、セルラ電話システム、セルラデータシステムなどの現行チャネル化セルラシステムを含む。広帯域幅は多チャネルを各高速ユーザに割当てることにより行われる。割当ては連続的である必要はないので、連続的割当て（図5参照）の場合よりも多くのユーザを収容できる。ブロッキング確率は、図5に示されたような時間一周波数法の連続割当てに比べて低減させることができる。

【0035】従って、高データ転送速度は、トーンを組合わせた信号方式により高速ユーザ46に使用可能となる。これに対し、低速ユーザ50は帯域幅の單一周波数スライスしか占有しない。従って、ユーザの伝送速度はトーンの数、すなわちこのユーザについて割当てられた周波数42の数を決定する。これらのトーンは、例えば、図6におけるユーザBの場合のように、一つ以上のタイムスロット内の非連続周波数スロットにスケジュールすることもできる。実際、高速ユーザの周波数割当ての進展は、伝搬上の利点（例えば、周波数選択マルチパスフェーディングからの縮退の軽減）を与える。

【0036】図5で使用されるような単一の送信機-受信機構成は、このスケジューリング効果を得るために、マルチトーン伝送における高速ユーザにより使用されない。高速ユーザは複数の送信機を使用しなければならない。各送信機は、特定のユーザに割当てられた各周波数スライスについて使用される。しかし、全周波数スペクトルを必要とする連続伝送とは対照的に、非連続マルチトーン伝送の場合、基地局の受信機自体を簡略化することができます。

【0037】この場合、特定の周波数帯域42における固定数（“n”）のトーンしか受信する必要がないので、単一の低ビット伝送速度の送信機／受信機対を使用するだけでよい。 $m$ 所( $m$ -ary)の成分はスペクトル的に効率的な方式により、又は一定エンベロープ方式（例えば、定出力P.S.K.）により変調できる。高レベル変調も本発明のシステム及び方法で可能である。

【0038】本発明のスケジューリング方法及びシステムのその他の用途も可能である。T.D.M.A及びF.D.M.Aマルチアクセスアーキテクチャに加えて、通信伝送媒体へのマルチアクセスを可能にするために、“符号分割マルチアクセス（C.D.M.A.）”も使用できる。C.D.M.Aアーキテクチャの原理を簡単に再検討することは、本発明

のシステム及び方法の原理のC.D.M.Aアーキテクチャへの適用可能性を十分に理解するのに有用である。

【0039】C.D.M.Aでは、個別化伝送は、周波数（F.D.M.Aにおける場合と同様）により厳密により分離されず、又は時間（T.D.M.Aにおける場合と同様）により厳密に分離されない。C.D.M.Aにおける伝送は、同じ時間で同じ周波数スペクトルを共用することにより、相互に制御可能にインターフェースすることができる。C.D.M.A媒体を占有する各個別伝送へ特別な独特の符号を割当ることにより、（各符号に応じて動作する）各特定の送信機／受信機対は、共通チャネルを占有する他の信号中から、同じチャネルを占有する適当な伝送を復号できる。

【0040】C.D.M.Aを実現する一つの方法は“直接シーケンススペクトル拡散”による。この場合、ユーザは小規模相互関の符号が割当てられる。例えば、このコードセット（大きいが有限である）は、長いP.N.-シーケンスの異なる位相からなる。ユーザがチャネルにアクセスする場合、ユーザに割当てられた符号により、ユーザは自己の変調データストリームを増加する。データビット伝送速度よりも遙かに高い符号伝送速度は“チップ伝送速度”と呼ばれる。受信端末において、着信側は、オリジナル信号を回復するためにソースコードのレプリカにより受信信号を増加する。

【0041】マルチアクセスに関するC.D.M.Aサポートは、異なる二つの符号間の相互相關が小さいという事実により由来する。従って、或る符号（C<sub>1</sub>）で符号化された信号が異なる符号（C<sub>2</sub>）で複合化される場合、結果は雑音として受信機に現れる。この方式の限界（すなわち、マルチアクセスチャネルを利用できるユーザの最大数）は、検出信号に対するユーザの“干渉”により起因する“雑音”的総量に左右される。換言すれば、チャネルで同時に伝送するユーザの数が増えれば増えるほど、媒体内に存在する干渉のレベルは高くなる。信号／干渉（S/I）比は、システムのビット誤り率（BER）性能を決定する。

【0042】スペクトル領域では、最初のビット伝送速度符号による乗法は、広スペクトルによるデータスペクトル成分を拡散することに対応する。従って、大きなスペクトルは伝送を搬送する必要がある。しかし、マルチアクセス機能のために、多数のユーザがチャネル上に同時に存在できる。非拡散及び拡散信号の比率は、処理利得G<sub>p</sub>及びG<sub>b</sub>=2R<sub>c</sub>/R<sub>b</sub>（ここで、R<sub>c</sub>及びR<sub>b</sub>はそれぞれチップ伝送速度及びデータビット伝送速度である）と呼ばれる。処理利得が大きくなればなるほど、任意のユーザが他のユーザの信号に関して有する“雑音”寄与は小さくなる。

【0043】本発明のシステム及び方法の基礎となる原理はC.D.M.A媒体の使用量を高める。リソース空間は、“時間-符号”空間、“周波数-符号”空間、又は3次

元で見た場合、“時間一周波数一符号”空間にスライスすることもできる。従って、本発明のシステム及び方法によるスケジューリング法は、リソース使用量を改善するために、CDMA領域で使用することもできる。

【0044】図7は、CDMA領域における伝送に適用されるような“時間一符号”スライス法の使用例を示す構成図である。図8は、“周波数一符号”スライス法を示す。前記のように、複数の異なる速度のユーザ46, 48, 50について検討する。全体的媒体40'は、全体的媒体40'内に含まれる使用可能な符号スペースの相対的使用を説明する、時間(44)領域(図7)又は周波数帯域42領域(図8)の何れかにより、複数の個別的な分離“符号”(43)に分けられる。

【0045】“符号スペース”という用語は、例えば、相互相關の目的にかなう符号“同族類(family)”を使用する、ユーザ伝送への割当て用の全ての可能な符号の全体群を示すのに使用される。大きな度合いの符号スペースを必要とするユーザ(例えば、ユーザG, B, M, Q, F)には、少なくとも2つの方法で符号スペースが授与される。可能な符号スペース割当ての具体例は図7、図8及び図9に示される。

【0046】図7及び8において、例えば、ユーザB及びCは比較的多量の符号スペースを必要とする。このような場合、タイムスロット(図7)又は周波数帯域(図8)にわたって複数の個別符号43が授与される。複数の個別符号は全体的媒体40'内に含まれる多量の符号スペースを集合的に示す。

【0047】図9は別の方針を示す。ここでは、ユーザには異なる長さの符号120が割当てられる。所定の符号の相対的長さは所定のユーザにより占有されるべき符号スペースの量に反比例する。例えば、図9では、ユーザAはユーザG(符号C6)よりも長い符号C5が割当てられる。図9に示されるように、これらのユーザにより占有される符号スペースの相対的“高さ”は、これらユーザにより占有される符号スペースの量を示す。

【0048】ユーザG(符号C6)よりも長い符号(C5)が割当てられたユーザAはユーザGよりも少ない符号スペースを占有する。このようにして、媒体40'内で具体化される全体的符号スペースの最適使用を達成させることができる。

【0049】図9に示されるように、本発明のシステム及び方法は、媒体内の所定のユーザの一時的占有要件に基づき、使用可能符号の効率的な再使用を与える。例えば、符号C3は、ユーザC, J, N, Rにより何度も使用できる。なぜなら、これらのユーザの各々は、媒体40'内に配置される全体的符号スペースのどの共通部分も同時に占有しないからである。

【0050】一般的に、チップ伝送速度はユーザ及び符号間で固定される必要はない。これは、信号が幾つかのチップ伝送速度R<sub>i</sub>で符号シーケンスC<sub>i</sub>により変調で

きることを意味する。チップ伝送速度R<sub>i</sub>は任意の値を取ることができるが、実際には、R<sub>i</sub>はしばしば、幾つかの最小チップ伝送速度R<sub>min</sub>の整数倍として選択される。

【0051】これは、拡散により占有される帯域幅の量がチップ伝送速度R<sub>i</sub>に左右され、R<sub>min</sub>は或る周波数スライスを満たすために選択されるからである。これは、周波数一符号スライスシステム又は時間一周波数一符号スライスシステムを意味し、時間一周波数スライスシステムで2つ以上の周波数スライスを占有するために信号を変調する高速ユーザに類似している。従って、ユーザは、チップ伝送速度R<sub>i</sub>に付随する拡散に適合するのに十分な周波数スライスを割当てられなければならない。その他のユーザは異なる符号を使用して同時に同じ帯域幅を共用することができる。

【0052】大きな帯域幅(すなわち、高チップ伝送速度)により信号を拡散することにより、この帯域幅で一層多くの独立した伝送をスケジューリングすることができる。前記のように、独立伝送のスケジューリングは、各伝送から寄与された干渉レベルにより左右される。これにより、スケジューリング伝送のBERは所定の閾値未満に維持される。

【0053】拡散符号のチップ伝送速度は一定であり、固定速度であると仮定する。単一の固定BER閾値は全てのユーザに設定される。この閾値よりも高い誤り率は、このシステムにおける全てのユーザに受け入れられないものと見做される。

【0054】一般的に、高ビット伝送速度のユーザは、高出力レベルで伝送する傾向がある。従って、定拡散シーケンスチップ伝送速度のために、高速ユーザは低ビット伝送速度のユーザよりも高“ノイズ(雑音)”又は“干渉”に寄与する。従って、多数の低ビットユーザと少数の高速ユーザとはトレードオフの関係を有する。スケジューリング処理は様々なユーザ符号を授与する。

【0055】このため、全ての伝送からの干渉の総レベルにより生じるBERは許容可能な閾値未満に維持される。従って、符号干渉を最小にするために、様々なユーザ46, 48, 50に、時間領域44内の所定の時間間隔について使用可能な符号スペースの使用を許ることができる。図9に図示されているように、CDMAの時間多重化は、異なる時間間隔における符号“再使用”を見込む。これにより、比較的少数の符号を有する多量のユーザ群をサポートする。従って、スケジューリングは、許容可能なビット誤り率を維持しながら、全体的媒体40'内の各タイムスロットを効率的にパックするのに使用できる。

【0056】図7, 8及び9に図示されるようなスケジューリングは、伝送速度及び他のユーザに寄与するノイズ量に対してユーザが占有する“符号スペース”を説明する。前記のように、“符号スケジューリング”において

て、“符号スペース”という用語は、例えば、相互相關の目的にかなう符号の“同族類”を用いて、ユーザ伝送に割当てられる可能性のある全ての符号の全“セット”を示す。

【0057】従って、ユーザ46, 48, 50は、例えば、高ビット伝送速度ユーザ（例えば、図7及び8における高速ユーザB, C及びL）に割当てられた符号スペースの大きなサブセットを有する符号スペースの異なる部分が許可される。時間一周波数スライス法におけるように、本発明のシステム及び方法のCDMAへの適用は、ユーザのアクセス速度が変化するにも拘わらず、全てのユーザについて費用対効果に優れたアクセスを保存する。

【0058】更に、時間一周波数スライスに関して既に説明したように、最適スケジューリング及びその決定の支配の基調をなすアクタを適用し、CDMA媒体の使用を最適化することができる。

【0059】特定の非タイムスロット化CDMAシステムの場合、システムにアクセスする最大数のユーザを限定し、最小の品質を各ユーザについて許可できるために、時にはメカニズムが必要である。本発明の時間一符号スライスシステムによれば、スケジューリング及びタイムスロットは、タイムスロットにアクセスするユーザの人数の直接制御（すなわち、輻輳制御の側面の行使）を与える。これにより、大ユーザ群について特定の品質のサービスを保証する。

【0060】図10は、本発明のシステム及び方法の全、3次元“時間一周波数一符号”共用方式への類似の適用例を示す。伝送媒体により占有される全スペース40'は、時間(44)、周波数(42)及び符号(43)領域へ分割されるように、3次元で明視化することができる。“ノイズ”又は“干渉”を最小にするために、使用可能な符号スペースの割当ての最適化は、周波数多重化及び時間多重化により行われる。従って、周波数及び時間領域の双方において最適符号再使用が達成される。

【0061】本発明のシステム及び方法は、使用可能な通信伝送媒体の使用量をかなり改善し、現行の方法よりも遙かに高いスペクトル効率に寄与する。一例として、フレーム当たり（定期的）、N個のタイムスロットが存在する時間一周波数スライスシステムについて検討する。説明を単純化するために、2種類のユーザだけが存在するものと仮定する。

【0062】すなわち、フレーム毎に1ユニットの時間一周波数スライスしか必要としない低速ユーザ（すなわち、一つのタイムスロットについて一つの周波数帯域を用いる伝送）と、フレーム毎にxユニットのスライスが必要とする高速ユーザが存在するものと仮定する。更に、総数でF個の周波数帯域が存在するものと仮定する。

【0063】汎用タイムスロットシステムの場合、タイムスロット毎にたった一人のユーザ（低速又は高速の何れの場合も）しか伝送しない。（せいぜい）N人の高速及び低速ユーザの混合を使用中にできる。これに対し、本発明による時間一周波数スライスシステムでは、(FN)低速ユーザ又は(F/X)N高速ユーザもしくは高速と低速ユーザの混合を潜在的にサポートする。

【0064】高速ユーザの人数の低減は低速ユーザの人数をx倍まで増大する。従って、達成可能な容量改善係数は(F/X)とFの間である。高速及び低速ユーザの相対的トラフィックデマンド及び性能要件及びスケジューリングアルゴリズムの選択などのような特定のアクタは、本発明のシステム及び方法の全体的効率に寄与する。

【0065】従って、本発明のシステム及び方法は、様々な速度における多数のユーザのための通信リソースへの最適アクセスを提供し、かつ、低速ユーザのための低コストアクセス及び良好なスペクトル効率の両方を維持する。

#### 【0066】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のシステム及び方法によれば、伝送媒体は、周波数、時間及び符号領域に区別できる。また、最適スケジューリングにより、スペクトル効率を最適化するために、全周波数一周間一周波数領域内のユーザパッキングを最大にすることができる。本発明のシステム及び方法は、低アクセス速度要件を有するユーザのための安価なアクセスも保存する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】周波数スペクトルにおける所定の帯域へのユーザアクセスを構成するためのTDMAマルチアクセスアーキテクチャの構成図である。

【図2】周波数スペクトルにおけるユーザアクセスを構成するためのFDMAマルチアクセスアーキテクチャの構成図である。

【図3】通信システムにおける汎用タイムスロット法を例証する構成図である。

【図4】ヘッダ及びデータフィールドを変更することによる光通信におけるフィールド符号化法を例証する構成図である。

【図5】本発明のシステム及び方法による時間一周波数スライス化システムの一例の構成図である。

【図6】本発明のシステム及び方法による、非連続時間一周波数割当てに関する時間一周波数スライス化システムの別の例の構成図である。

【図7】符号分割マルチアクセス(CDMA)システムにおいて時間一符号スライスと共に使用するための本発明のシステム及び方法の一例の構成図である。

【図8】符号分割マルチアクセス(CDMA)システム

において周波数一符号スライスと共に使用するための本発明のシステム及び方法の一例の構成図である。

【図9】本発明のシステム及び方法による、時間一符号スライスにおける符号割当ての再使用を示す構成図である。

【図10】時間一周波数一符号スライスと共に使用する

ための本発明のシステム及び方法を示す別の構成図である。

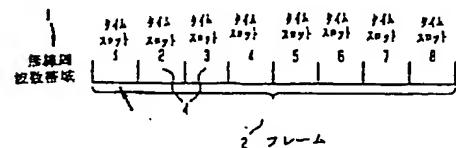
#### 【符号の説明】

40 全体的時間一周波数スペクトル

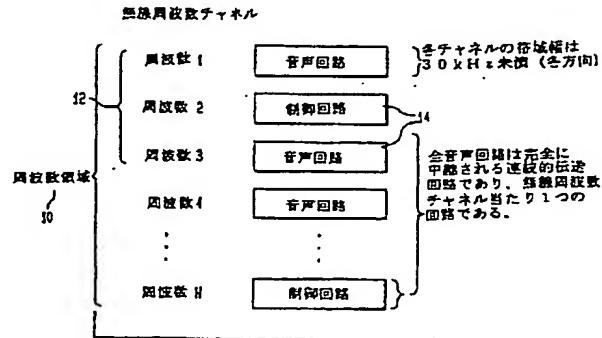
42 周波数帯域

44 タイムスロット

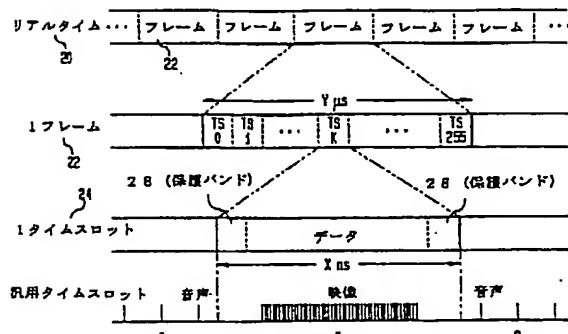
【図1】



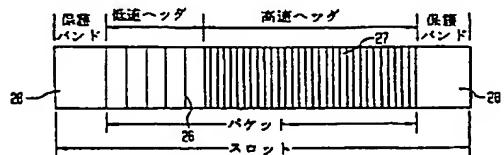
【図2】



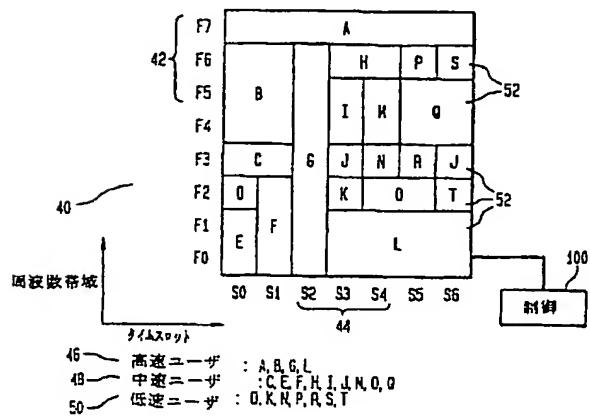
【図3】



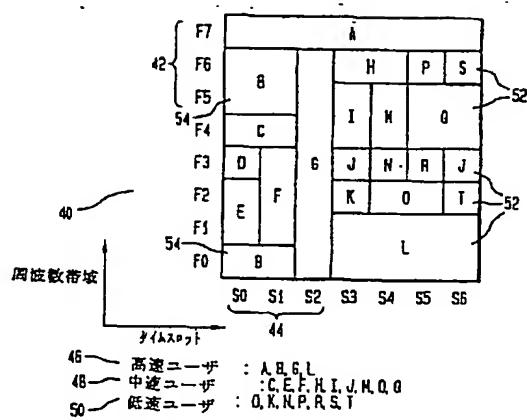
【図4】



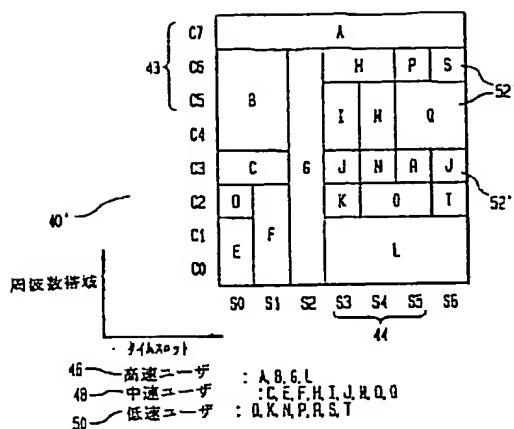
【図5】



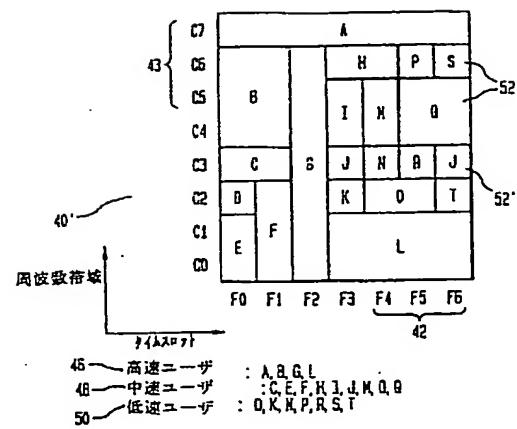
【図6】



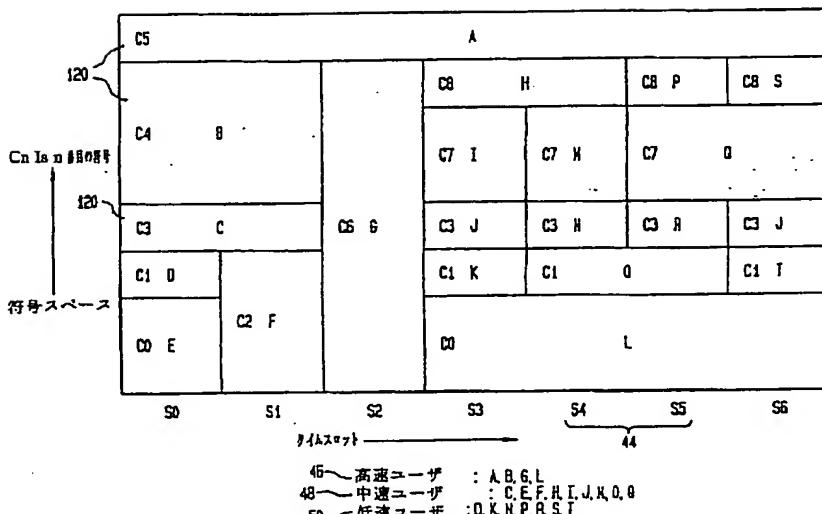
【図7】



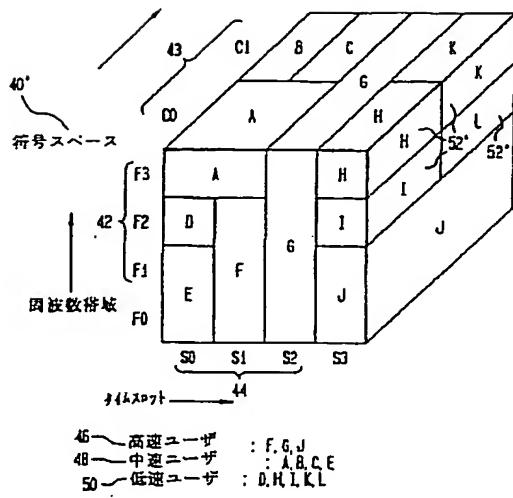
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 ジグムント ハース  
アメリカ合衆国、07733 ニュージャージ  
ー、 ホルムデル、ウィリアムズ ウェイ

4

(72)発明者 マーク ジェイ カロル  
アメリカ合衆国、07704 ニュージャージ  
ー、 フェアハヴン、ポピュラー アヴェ  
ニュー 26

(72)発明者 クラーク ウッドワース  
アメリカ合衆国、07760 ニュージャージ  
ー、 ラムソン、ワーデル・アヴェニュー

13